

MAKING NATA DE PINA FROM WASTE OF PINEAPPLE SUBSTRATES BASED ON LONG FERMENTATION AS A LEARNING MODULE DESIGN IN BIOLOGY OF SENIOR HIGH SCHOOL

Geby Zaryani Guntur*, Darmawati, Imam Mahadi

e-mail: gebi.zg@gmail.com ,darmawati_msi@yahoo.com, i_mahadi@yahoo.com

phone: +6285365927841

Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau

Abstract : *This research aimed to know making Nata de pina from waste of pineapple substrates on April until June 2016. Result of research was used as a learning module design in Biology of Senior High School. This research was conducted on two stage, were experiment stages and learning module design stage. Research of experiment was conducted with non factorial completely randomized design that consist 4 treatments and 3 replicates and totally obtain 12 experimental design. If there is a real difference, it will proceed further Duncan Multiple Range Test. The parameters was observed include the crude fiber content, the thickness and the organoleptic that include texture, smell, color and flavor. Result of research showed that long fermentation influence significantly to the crude fiber content and the thickness of Nata de pina from waste of pineapple. The 16th day of long fermentation were produced crude fiber content, the thickness, texture and the highest level of satisfaction. The result of crude fiber content is 2,63% and the result of thickness is 1,52 cm. This result of research as a learning module design in Biology of Senior High School as well as a source of learning for students in Senior High School especially in the matter of Conventional Biotechnology.*

Keywords: *Nata de pina, Waste of Pineapple Substrates, Long Fermentation, Learning Module*

PEMBUATAN NATA DE PINA DARI SUBSTRAT LIMBAH BUAH NENAS BERDASARKAN LAMA FERMENTASI SEBAGAI RANCANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA

Geby Zaryani Guntur*, Darmawati, Imam Mahadi

e-mail: gebi.zg@gmail.com ,darmawati_msi@yahoo.com, i_mahadi@yahoo.com

phone: +6285365927841

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas berdasarkan lama fermentasi pada bulan April hingga Mei 2016. Hasil penelitian digunakan sebagai rancangan modul pembelajaran Biologi di SMA. Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu tahap eksperimen dan tahap rancangan modul pembelajaran. Penelitian eksperimen dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 12 rancangan percobaan. Jika terdapat perbedaan nyata maka akan dilakukan uji lanjut DMRT. Parameter yang diamati meliputi kadar serat kasar, ketebalan dan organoleptik tekstur, aroma, warna dan rasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar serat kasar dan ketebalan *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas. Lama fermentasi 16 hari merupakan perlakuan yang menghasilkan kadar serat kasar, ketebalan, tekstur dan tingkat kesukaan tertinggi. Kadar serat kasar yang dihasilkan 2.63% dan ketebalan yang dihasilkan 1.52 cm. Hasil penelitian ini sebagai rancangan modul pembelajaran Biologi di SMA serta sebagai sumber belajar bagi siswa di SMA, khususnya pada materi Bioteknologi Konvensional.

Kata kunci: Nata de pina, Susbtrat Limbah Buah Nenas, Lama Fermentasi, Modul Pembelajaran

PENDAHULUAN

Nenas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu buah yang banyak dikonsumsi di wilayah Indonesia terutama di Pekanbaru. Permintaan masyarakat terhadap buah nenas terus meningkat, hal ini karena nenas memiliki rasa yang manis dan segar serta memiliki kandungan air 85% dan kaya akan Kalium, Kalsium, Iodium, Sulfur, dan Khlor serta buah nenas juga mengandung vitamin A dan C dan enzim bromelin (Ria Larasati, 2009).

Buah nenas juga merupakan buah yang banyak digunakan pada beberapa industri olahan pangan seperti sirup, sari buah, nektar serta buah dalam botol atau kaleng. Selain itu, pada beberapa kalangan masyarakat buah nenas juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan nata. Berbagai macam pengolahan makanan tersebut akan membutuhkan buah nenas dalam jumlah yang cukup besar dan selanjutnya tentu akan menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar pula.

Limbah nenas ini jika di buang begitu saja ke lingkungan maka dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, salah satunya dapat menimbulkan bau yang tidak sedap. Adapun limbah buah nenas ini terdiri dari : limbah kulit (pericarp), limbah mata (sepal), dan limbah hati (endocarp). Jika diamati, bagian limbah yang terbuang ini masih memiliki bagian yang mirip dengan bagian daging buah, hanya saja bercampur dengan bagian yang tidak diinginkan. Mengingat limbah atau hasil ikutan (side product) nenas belum banyak dimanfaatkan dan dapat menimbulkan masalah lingkungan, maka pemanfaatan dari limbah nenas perlu dicari terobosannya. Salah satu alternatif pemanfaatan limbah nenas yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatannya menjadi produk *Nata de pina* (Iqmal, T, dkk., 2008). *Nata de pina* merupakan makanan kaya serat dan rendah kalori yang terbuat dari substrat limbah buah nenas yang melewati proses fermentasi menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*.

Hasil penelitian ini selanjutnya akan dijadikan sebagai sumber belajar dan rancangan modul pembelajaran Biologi di SMA. Modul pembelajaran adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Anwar, 2010).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau pada bulan April hingga Juni 2015. Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu tahap eksperimen dan tahap pengembangan Modul Pembelajaran. Tahap eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 12 rancangan percobaan. Jika terdapat perbedaan nyata maka akan dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

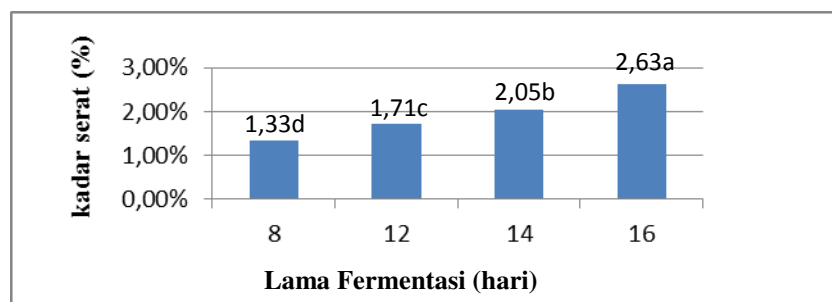
Parameter utama pengamatan, yaitu kadar serat kasar, ketebalan dan organoleptik dari *Nata de pina*. Data yang dihasilkan merupakan data primer yang diperoleh dari pengukuran kadar serat kasar *Nata de pina* di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau.

Untuk ketebalan *Nata de pina* dilakukan di Laboratorium Biologi PMIPA FKIP dengan menggunakan jangka sorong, sementara untuk organoleptik *Nata de pina* diujikan kepada 10 orang panelis yang terdiri dari 10 orang mahasiswa Biologi.

Rancangan Modul Pembelajaran dilakukan setelah pembuatan *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas selesai dilakukan. Rancangan modul pembelajaran ini dilakukan menjadi 2 tahap, yaitu tahap analisis dan tahap desain. Pada tahap analisis dilakukan analisis kurikulum dimana langkah awal dari analisis kurikulum ini adalah menganalisis silabus yang dikeluarkan oleh Departemen Pendidikan Nasional. Selanjutnya, dilakukan pula analisis materi yang sesuai dengan hasil penelitian ini serta menganalisis KD-KD yang sesuai untuk dikembangkan selanjutnya. Kemudian pada tahap desain, yaitu mendesain rancangan modul yang akan dibuat, dimana terlebih dahulu adalah mendesain RPP yang akan digunakan serta format modul yang akan digunakan nantinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran terhadap kadar serat kasar *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas telah dilakukan di Laboratorium THP Faperta Universitas Riau. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



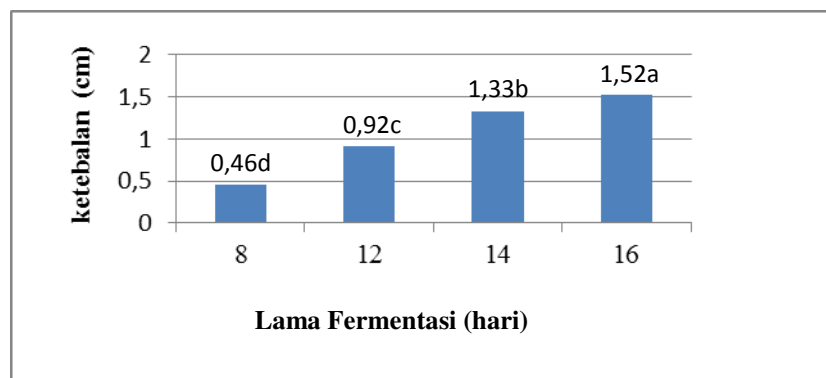
Nata de pina merupakan salah satu jenis makanan yang mengandung serat. Jenis serat yang terdapat pada *Nata de pina* adalah serat kasar. Serat kasar merupakan hasil perombakan gula pada medium fermentasi oleh aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* (Anastasia, 2008). Manfaat mengonsumsi serat-serat *Nata de pina* bagi tubuh, yaitu mampu mengikat air dan menyerap karbohidrat dengan baik dan memperbesar proses penyerapan glukosa didalam tubuh. Dengan banyaknya kandungan serat yang terdapat di dalam *Nata de pina*, maka *Nata de pina* dapat memperlancar pencernaan dan membantu memperlancar buang air besar.

Selama proses fermentasi berlangsung, kadar serat *Nata de pina* mengalami peningkatan. Dapat dilihat bahwa kadar serat tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 16 hari, yaitu sebesar 2,63 %, Hal tersebut dikarenakan pada lama fermentasi 16 hari selulosa masih dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dan selulosa terus bertambah serta berikatan satu sama lain, kemudian bakteri *Acetobacter xylinum* pada lama fermentasi ke-16 termasuk kedalam fase pertumbuhan tetap atau fase stasioner sehingga serat yang dihasilkan semakin tinggi.

Pada batasan waktu tertentu, semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi pula serat *Nata de pina* yang dihasilkan akibat dari pemecahan gula menjadi

polisakarida oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. kadar serat terendah diperoleh pada lama fermentasi 12 hari, yaitu sebesar 1.71 % yang menunjukkan beda nyata pada uji DMRT. Hal ini disebabkan, banyak atau sedikitnya serat yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh adanya komposisi bahan yang ditambahkan, variasi substrat, kondisi lingkungan dan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa (Indah Putriana dan Siti Aminah, 2013). Pada perlakuan lama fermentasi 8 hari (kontrol) dihasilkan nata yang sangat tipis sehingga kadar serat yang dihasilkan juga sedikit, yaitu sebesar 1,33 %. Hal tersebut dikarenakan selulosa yang dihasilkan masih sedikit serta juga dipengaruhi oleh kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa.

Selain kadar serat kasar *Nata de pina*, ketebalan juga merupakan parameter yang dapat menentukan kualitas dari *Nata de pina*. Rerata hasil pengukuran ketebalan *Nata de pina* dapat dilihat pada Gambar 2.



Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketebalan *Nata de pina*. Selama proses fermentasi berlangsung, ketebalan *Nata de pina* mengalami peningkatan. Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa ketebalan *Nata de pina* tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 16 hari, yaitu sebesar 1.52 cm, ketebalan terendah diperoleh pada lama fermentasi 8 hari, yaitu sebesar 0.92 cm yang menunjukkan beda nyata pada uji DMRT. Data mengenai uji DMRT dapat dilihat pada lampiran 8. Pada perlakuan lama fermentasi 8 hari (kontrol), dihasilkan nata yang sangat tipis, yaitu sebesar 0,46 cm, hal tersebut dikarenakan selulosa yang dihasilkan sangat sedikit dipermukaan media sehingga ketebalannya sangat rendah. Pada batasan waktu tertentu, semakin lama waktu fermentasi maka semakin tebal nata yang dihasilkan, hal ini dikarenakan dengan semakin lamanya fermentasi maka akan semakin banyak selulosa ekstraseluler yang terbentuk akibat dari pemecahan gula menjadi polisakarida oleh bakteri *Acetobacter*. Menurut Awang (1991), lama fermentasi akan berpengaruh terhadap pembentukan selulosa nata yang dicerminkan dengan ketebalan produk.

Pada lama fermentasi 8-12 hari, ketebalan nata belum mencapai 1 cm. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor kondisi lingkungan dan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa.

Pada lama fermentasi 16 hari dihasilkan ketebalan nata tertinggi, yaitu 1.52 cm, hal ini dikarenakan bakteri *Acetobacter xylinum* masih beraktifitas untuk tumbuh dan membentuk selulosa sampai hari ke-16 dan bakteri *Acetobacter xylinum* pada lama fermentasi ke-16 termasuk kedalam fase pertumbuhan tetap atau fase stasioner sehingga selulosa banyak dihasilkan pada fase ini dan menyebabkan ketebalan nata terus

meningkat. Secara keseluruhan, ketebalan *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas yang berada pada ketetapan atau kriteria *Standard Operating Process* (SOP) adalah *Nata de pina* dengan lama fermentasi 16 hari, yaitu 1,52 cm. Menurut Wahyudi (2003) dalam memproduksi nata, produk akhir *Nata de pina* yang berkualitas, yaitu dengan ketebalan nata 1.5-2 cm.

Selain ketebalan dan kadar serat kasar, uji organoleptik juga akan mempengaruhi kualitas dari *Nata de pina*. Uji organoleptik meliputi tekstur, aroma, warna dan rasa. Berikut disajikan data hasil uji organoleptik dari 10 orang panelis yang terdiri dari uji mutu hedonik dan uji hedonik *Nata de pina* pada Tabel 1.

Perlakuan (lama Fermentasi)	Parameter			
	Tekstur	Aroma	Rasa	Warna
P0 (8 hari)	2.0 (L)	4.5 (AT-BKN)	4.7 (SA-H)	4.8 (AP-P)
P1 (12 hari)	4.5 (AK-K)	4.7 (AT-BKN)	4.9 (SA-H)	4.8 (AP-P)
P2 (14 hari)	4.7 (AK-K)	4.8 (AT-BKN)	4.9 (SA-H)	3.9 (PK-AP)
P3 (16 hari)	4.9 (AK-K)	4.9 (AT-BKN)	4.9 (SA-H)	3.9 (PK-AP)

Keterangan :

L	: Lembek	SA	: Sedikit Asam
AK	: Agak Kenyal	H	: Hambar
K	: Kenyal	AP	: Agak Putih
AT	: Agak Tengik	P	: Putih
BKN	: Berbau Khas Nata	PK	: Putih Kekuningan

Berdasarkan tabel analisis uji organoleptik di atas (Uji mutu hedonik) kriteria nilai yang diberikan oleh responden yaitu berkisar antara 1 sampai 5. Perlakuan lama fermentasi 12-16 hari rata-rata penilaian panelis terhadap tekstur berkisar antara 4.5 - 4.9 (agak kenyal hingga kenyal). Tekstur tertinggi terdapat pada lama fermentasi 16 hari. Menurut (Rossi, dkk., 2008) kekenyalan nata dipengaruhi oleh banyak sedikitnya serat. Semakin banyak kandungan seratnya semakin kenyal tekstur nata tersebut. Serat tertinggi dihasilkan oleh nata dengan lama fermentasi 16 hari, sehingga pada nata ini teksturnya kenyal. Tekstur yang baik untuk *Nata de pina* adalah kenyal dan tidak keras.

Rerata aroma pada penilaian yang diberikan oleh panelis yaitu 4,5 - 4,9. Pada perlakuan lama fermentasi 12-16 hari, rerata penilaian panelis berkisar antara 4.7 - 4.9 (agak tengik - berbau khas nata) dengan rerata penilaian tertinggi, yaitu pada perlakuan lama fermentasi 14 dan 16 hari.

Aroma adalah rasa bau yang sangat subyektif serta sulit diukur, karena setiap orang mempunyai sensitifitas dan kesukaan yang berbeda. Aroma tengik yang ditimbulkan oleh nata karena nata mengandung asam asetat. Asam asetat merupakan hasil metabolit primer dari oksidasi alkohol bakteri *Acetobacter xylinum* dan *Gluconobacter* pada proses fermentasi nata (Indah Putriana, 2013). Aroma yang baik untuk nata adalah berbau khas nata (tidak berbau).

Warna yang ada pada suatu makanan juga merupakan salah satu alasan orang memilih suatu makanan, karena apabila warna tersebut tidak menarik maka orang tersebut juga tidak akan tertarik untuk mengkonsumsinya. Menurut (Rossi, dkk., 2008)

warna nata diamati secara visual dengan mata. Rerata penilaian panelis terhadap warna *Nata de pina* pada perlakuan lama fermentasi 8-12 hari, merupakan penilaian tertinggi dengan rerata penilaian panelis, yaitu 4.8 (agak putih hingga putih) sedangkan pada perlakuan lama fermentasi 14-16 hari, rerata penilaian warna yang diberikan oleh panelis, yaitu 3.9 % (putih kekuningan hingga agak putih). Hal tersebut menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi warna *Nata de pina*. Berdasarkan penelitian (Franelia, dkk., 2012) pada uji organoleptik warna nata dipengaruhi oleh ketebalannya, dimana nata yang lebih tebal akan menghasilkan warna yang kurang cerah dibandingkan nata yang tipis. Warna yang baik untuk nata adalah putih. Sehingga dapat disimpulkan bahwa warna yang bagus terdapat pada perlakuan lama fermentasi 8-12 hari dengan kategori penilaian 4.8 agak putih hingga putih.

Selain aroma dan warna, rasa dari suatu produk makanan juga menentukan produk tersebut disukai oleh konsumen atau tidak. Rasa yang baik untuk *Nata de pina* adalah hambar setelah proses perebusan. Rerata penilaian oleh panelis terhadap rasa nata de pina yaitu 4.7 - 4.9 (sedikit asam – hambar) dengan rerata tertinggi yaitu pada perlakuan 12 - 14 hari, yaitu sebesar 4.9. Rasa nata yang mengandung asam berasal dari asam asetat yang merupakan hasil metabolit primer dari proses fermentasi nata de pina oleh *Acetobacter xylinum*. Menurut Indah Putriana dan Siti Aminah (2013), Rasa asam pada nata setelah proses pencucian dan perebusan akan membuat asam asetat yang terkandung di dalam nata sebagian besar berkurang sehingga rasa nata yang dihasilkan termasuk kedalam kategori sedikit asam hingga hambar.

Selain uji mutu hedonik, uji hedonik juga telah dilakukan terhadap *Nata de pina*. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap nata secara keseluruhan. Hasil uji hedonik *Nata de pina* dari Substrat Limbah Buah Nenas dapat dilihat pada Tabel 2.

Ulangan	Perlakuan			
	P0 (8 hari)	P1 (12 hari)	P2 (14 hari)	P3 (16 hari)
1	1.3 (STS-TS)	4.1 (S-SS)	4.3 (S-SS)	4.4 (S-SS)
2	1.2 (STS-TS)	4.2 (S-SS)	4.4 (S-SS)	4.4 (S-SS)
3	1.4 (STS-TS)	4.2 (S-SS)	4.2 (S-SS)	4.3 (S-SS)
Rata-rata	1.3 (STS-TS)	4.2 (S-SS)	4.3 (S-SS)	4.4 (S-SS)

Keterangan :

STS	: Sangat Tidak Suka	S	: Suka
TS	: Tidak Suka	SS	: Sangat Suka

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji hedonik *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas di atas dapat dilihat bahwa penilaian tertinggi, yaitu pada perlakuan P3 dengan lama fermentasi 16 hari, yaitu 4.4. Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan lama fermentasi 16 hari memiliki tekstur nata yang kenyal, dengan ketebalan yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain.

Secara keseluruhan rerata hasil penilaian panelis (responden) terhadap *Nata de pina* yang terbentuk berkisar antara 4.2 hingga 4.4 dengan kategori suka hingga sangat suka. Setelah dilakukan uji organoleptik oleh 10 panelis dapat dikatakan bahwa *Nata de pina* yang dihasilkan pada penelitian ini secara garis besar dapat diterima oleh panelis.

Hasil penelitian mengenai pembuatan *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas berdasarkan lama fermentasi digunakan sebagai sumber belajar dan juga sebagai rancangan bahan ajar berupa Modul Pembelajaran Biologi di SMA. Rancangan Modul pembelajaran ini terdiri dari 2 tahap, yaitu :

1. Analisis (*Analyze*)

Pada tahapan analisis ini diterangkan tentang 2 tahapan analisis, yaitu analisis kurikulum dan analisis materi.

- a) Analisis Kurikulum

Pada tahap ini dilakukan telaah terhadap kurikulum yang digunakan, yaitu Kurikulum KTSP. Tahap awal dari analisis kurikulum adalah menganalisis silabus yang dikeluarkan oleh Departemen Pendidikan Nasional sebagai langkah awal untuk mengetahui apa yang akan dipelajari peserta didik yang sesuai dengan tuntutan kurikulum sehingga membantu dalam menentukan masalah dasar dalam merancang Modul Pembelajaran. Tujuan dari telaah kurikulum ini adalah untuk dapat membantu dalam menentukan masalah dasar pada rancangan modul pembelajaran sebagai bahan ajar bagi peserta didik di SMA.

- b) Analisis Materi

Analisis ini mencakup terhadap materi pembelajaran yang dapat dijadikan sasaran rancangan modul pembelajaran. Pada tahap ini telah terpilih materi yang akan dirancang sebagai modul pembelajaran yang sesuai dengan hasil penelitian, yaitu materi bioteknologi konvensional pada pertemuan ketiga. Selain itu, materi-materi lain yang dapat dirancang sebagai modul pembelajaran biologi dari hasil penelitian ini, yaitu materi peranan bakteri bagi kehidupan manusia serta materi limbah dan daur ulang limbah. Artinya, hasil penelitian ini memiliki banyak potensi bagi materi pembelajaran Biologi di SMA.

2. Perancangan (*Design*)

Pada tahap perancangan, modul yang dirancang sesuai dengan kurikulum yang dipilih, yaitu Kurikulum KTSP. Perancangan (*design*) terdiri dari 2 tahap:

- a) Perancangan RPP

RPP yang dirancang menggunakan model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran PjBL adalah pembelajaran dengan menggunakan proyek sebagai metode pembelajaran. Para siswa bekerja secara nyata, seolah-olah ada di dunia nyata yang dapat menghasilkan produk secara realistis (Mahanal, 2009).

- b) Desain Modul Pembelajaran

Desain Modul Pembelajaran merupakan hasil modifikasi dari format modul Depdiknas (2008) dan Yustina (2010) sehingga diperoleh struktur modul yang terdiri cover, (judul, pokok bahasan, nama penulis, nama mata pelajaran), kata pengantar, daftar isi, daftar grafik, daftar gambar, kompetensi yang akan dicapai, petunjuk penggunaan modul, pendahuluan, kegiatan belajar yang meliputi : informasi pendukung, lembar kegiatan, latihan, selanjutnya terdapat tes formatif, rangkuman, umpan balik, tindak lanjut, kunci jawaban tes formatif dan daftar pustaka.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada penelitian ini, lama fermentasi 16 hari merupakan perlakuan yang menghasilkan ketebalan, kadar serat kasar, tekstur dan tingkat kesukaan tertinggi. Rancangan modul pembelajaran dapat dikembangkan menjadi modul pembelajaran Biologi di SMA serta dapat dijadikan sebagai sumber belajar siswa pada beberapa materi, yaitu bioteknologi konvensional, materi peranan bakteri bagi kehidupan manusia dan materi limbah dan daur ulang limbah. Rekomendasi kepada peneliti selanjutnya untuk dapat melakukan pengujian terhadap parameter lainnya seperti kadar air dan kadar glukosa untuk mengetahui nilai gizi *Nata de pina* dari substrat limbah buah nenas. Selanjutnya, mengembangkan rancangan modul pembelajaran pada materi bioteknologi konvensional, materi peranan bakteri bagi kehidupan manusia dan materi limbah dan daur ulang limbah untuk SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasia, N., dan Eddy A. 2008. Mutu Nata de seaweed dalam Berbagai Konsentrasi Sari Jeruk Nipis. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 : Universitas Lampung.
- Anwar Ilham. 2010. Pengembangan Bahan Ajar. Bahan Kuliah Online. Direktori UPI. Bandung.
- Awang. 1991. *Kelapa : Kajian Sosial Ekonomi*. Aditya Media. Jakarta.
- Depdiknas. 2008. Pengembangan Bahan Ajar. Sosialisasi KTSP 2008. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Franelia Angela Laras, Zakiatul yaqin dan Suko Priyono. 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Air Kelapa dan Konsentrasi Gula Pasir terhadap Karakteristik dan Organoleptik Nata De Coco. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian UNTAN Pontianak*. 2(2)
- Indah Putriana dan Siti Aminah. 2013. Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de cassava Berdasarkan Lama Fermentasi. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 4(7) : 29-38.
- Iqmal, T, Sri, S, dan Shinta, D.A. 2008. Kajian Penggunaan Limbah Buah Nenas Lokal (*Ananas Comosus*, L) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Nata. *Makalah Seminar Nasional Kimia XVII*. Jurusan Kimia FMIPA UGM : Yogyakarta.

- Ria Larasati. 2009. Pemanfaatan Buah Nenas. (Online) <http://rialarasati8.blogspot.co.id/2009/01/pemanfaatan-buah-nenas.html> (Diakses 29 Maret 2016)
- Rossi, E., U. Patodan S. R. Damanik. 2008. Optimalisasi Pemberian Amonium Sulfat terhadap Produksi Nata de Banana Skin. Pekanbaru. *J. Sagu* : 7(2) : 30-36. ISSN 1412-4424.
- SNI 01-4317-1996. 1996. *Nata dalam Kemasan*. Departemen Perindustrian. Jakarta Pusat. (Online). <http://sisni.bsn.go.id> (diakses 26 Maret 2015)
- Wahyudi. 2003. *Panduan Diklat Memproduksi Nata de Coco*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional. Semarang.
- Yustina. 2010. Modul Pembelajaran. FKIP Universitas Riau : Pekanbaru.